



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Optymalizacja dyskretna [S1S1E>ODYS]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Sztuczna inteligencja/Artificial Intelligence

Rok/Semestr

2/3

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

angielski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obieralny

### Liczba godzin

Wykład

30

Laboratorium

30

Inne

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

5,00

### Koordynatorzy

prof. dr hab. inż. Maciej Drozdowski

maciej.drozdowski@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z matematyki dyskretniej (teoria mnogości, logika, kombinatoryka, teoria grafów), wiedzę o metodach algorytmizacji, konstrukcjach programistycznych, abstrakcyjnych typach danych (np. listy, stosy, kolejki, drzewa, dowolne grafy), typowych algorytmach (np. sortowanie, wyszukiwanie danych), podstawową wiedzę o złożoności obliczeniowej problemów i algorytmów. Powinien posiadać umiejętność rozwiązywania podstawowych problemów algorytmicznych, zaprogramowania rozwiązań tych problemów, rozpoznawania struktur dyskretnych, szacowania złożoności algorytmów oraz umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł. Powinien również rozumieć konieczność poszerzania swoich kompetencji i mieć gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu. Ponadto w zakresie kompetencji społecznych student musi prezentować takie postawy jak uczciwość, odpowiedzialność, wytrwałość, ciekawość poznawcza, kreatywność, kultura osobista, szacunek dla innych ludzi.

## Cel przedmiotu

Poznanie wybranych problemów optymalizacji dyskretnej i metod ich rozwiązywania, a w szczególności: 1. Przekazanie studentom podstawowej wiedzy o optymalizacji w odniesieniu do problemów, które mają dyskretną naturę. 2. Zademonstrowanie i uświadomienie bariery rozwiązywalności wynikającej z wykładniczej złożoności obliczeniowej algorytmów i trudności obliczeniowej problemów. 3. Rozwijanie u studentów umiejętności rozpoznawania trudnych problemów optymalizacji. 4. Zapoznanie z metodologią analizowania i praktycznego rozwiązywania trudnych obliczeniowo zadań optymalizacji w przypadku problemów o dyskretnej naturze.

## Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

Student

1. ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną i szczegółową w zakresie optymalizacji kombinatorycznej
2. ma wiedzę o istotnych kierunkach rozwoju i najważniejszych osiągnięciach informatyki z zakresu optymalizacji kombinatorycznej
3. zna podstawowe techniki, metody oraz narzędzia wykorzystywane w procesie rozwiązywania problemów optymalizacji dyskretnej głównie o charakterze inżynierskim, z zakresu kluczowych zagadnień informatycznych z zakresu analizy złożoności obliczeniowej algorytmów i problemów

Umiejętności:

Student

1. potrafi właściwie zaplanować oraz wykonać symulacje z zakresu optymalizacji dyskretnej, dokonać interpretacji uzyskanych rezultatów, oraz poprawnie wyciągnąć płynące z nich wnioski
2. potrafi, formułując i rozwiązując zadania informatyczne z zakresu optymalizacji dyskretnej, zastosować odpowiednio dobrane metody
3. potrafi ocenić złożoność obliczeniową algorytmów i problemów
4. ma umiejętność formułowania algorytmów z zakresu optymalizacji kombinatorycznej i ich implementacji z użyciem przynajmniej jednego z popularnych narzędzi

Kompetencje społeczne:

Student

1. rozumie, że w informatyce wiedza i umiejętności z zakresu optymalizacji kombinatorycznej bardzo szybko stają się przestarzałe
2. ma świadomość znaczenia wiedzy z zakresu optymalizacji w rozwiązywaniu problemów inżynierskich

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Ocena formująca:

a) w zakresie wykładów:

- na podstawie odpowiedzi na pytania dotyczące materiału omówionego na wykładach;

b) w zakresie laboratorium:

- na podstawie oceny bieżącego postępu realizacji zadań,

Ocena podsumowująca:

Sprawdzanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- ocenę sprawozdania przygotowywanego częściowo w trakcie zajęć, a częściowo po ich zakończeniu;

ocena ta obejmuje także umiejętność pracy w zespole,

- ocenę wiedzy i umiejętności z wykładu na egzaminie.

Uzyskiwanie punktów dodatkowych na laboratorium za:

- terminowość realizacji zadania,

- efektywność zastosowanego rozwiązania,

- umiejętność współpracy w ramach zespołu praktycznie realizującego zadanie szczegółowe w laboratorium,

- uwagi umożliwiające doskonalenie procesu dydaktycznego.

## Treści programowe

W ramach przedmiotu prezentowane są następujące zagadnienia:

- 1 Szkielet teorii złożoności obliczeniowej dla problemów dyskretnej optymalizacji
- 2 Rozwiązywanie problemów optymalizacji dyskretnej w praktyce
- 3 Matroidy i algorytmy zachłanne
- 4 wyznaczanie najkrótszych ścieżek w grafie
- 5 Przepływy w sieciach
- 6 Skojarzenia w grafach dwudzielnych
- 7 Kolorowanie grafów
- 8 Problemy pakowania i rozkroju

## Tematyka zajęć

Program przedmiotu obejmuje następujące zagadnienia: Algorytmy programowania dynamicznego o złożoności pseudowielomianowej dla problemów: plecakowego, podziału zbioru. Silna NP-zupełność. Złożoność obliczeniowa problemów optymalizacyjnych, NP-trudność. Pojęcie algorytmu aproksymacyjnego z przykładami. Trudność problemów aproksymacji. Praktyczne metody rozwiązywania trudnych dyskretnych problemów optymalizacji. Problemy optymalizacji dyskretnej, dla których istnieją algorytmy wielomianowe: Wyznaczanie najkrótszych dróg w grafie: algorytm Dijkstry; algorytm dla grafów acyklicznych; algorytm wyznaczania odległości między wszystkimi parami wierzchołków. Domknięcie przechodnie relacji: algorytm Floyda-Warshalla. Przepływy w sieciach i pokrewne zagadnienia: wyznaczanie maksymalnego przepływu w sieci metodą Dinica; wyznaczanie przepływu w sieci z dolnymi ograniczeniami na przepływy łukowe; wyznaczanie przepływu o najniższym koszcie; wyznaczanie maksymalnego skojarzenia: w grafie dwudzielnym, przykłady zastosowania problemu wyznaczania maksymalnego przepływu do rozwiązywania zagadnień szeregowania zadań z minimalizacją spóźnienia i do wyznaczania optymalnego podziału sieci komunikujących się procesów na dwa procesory. Minimalne drzewo rozpinające - algorytmy Prima i Kruskala. Pojęcie matroidu. Problem kolorowania grafu: sformułowanie, zastosowania, metody rozwiązania. Problem pakowania: sformułowanie, zastosowania, algorytmy rozwiązujące ten problem. W ramach zajęć laboratoryjnych studenci rozwiązują NP-trudne problemy kombinatoryczne. Należy przygotować co najmniej dwie metody rozwiązujące zadany problem: szybką (np. algorytm zachłanny) i konstruującą rozwiązania o dobrej jakości (np. algorytm podziału i ograniczeń, metaheurystykę).

## Metody dydaktyczne

1. wykład: prezentacja ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy, rozwiązywanie zadań.
2. ćwiczenia projektowe: praktyczne zapoznawanie się z wyzwaniami optymalizacji kombinatorycznej przez implementację algorytmów rozwiązujących zadane problemy, wykonywanie eksperymentów obliczeniowych oceniających jakość rozwiązań i czas ich uzyskania, dyskusja, praca w zespole

## Literatura

### Podstawowa

1. J. Błażewicz, Złożoność obliczeniowa problemów kombinatorycznych, WNT, W-wa, 1988
2. W. Lipski, Kombinatoryka dla programistów, WNT, W-wa, 1982
3. M.R.Garey, D.S.Johnson, Computers and intractability: A guide to the theory of NP-completeness, W.H.Freeman, San Francisco, 1979
4. W.Cook, W.Cunningham, W.Pulleyblank, A.Schrijver, Combinatorial optimization, Wiley & Sons, 1998
5. M.Sysło, N.Deo, J.Kowalik, Algorytmy optymalizacji dyskretnej z programami w języku Pascal, PWN, Warszawa, 1993
6. T.Cormen, C.Leiserson, R.Rivest, C.Stein, Wprowadzenie do algorytmów, WNT, Warszawa, 2005
7. M.Kubale (redaktor), Optymalizacja dyskretna modele i metody kolorowania grafów, WNT, Warszawa, 2003.

### Uzupełniająca

1. J. Błażewicz, K. Ecker, E.Pesch, G. Schmidt, J. Węglarz, Scheduling Computer and Manufacturing Processes, Springer, Berlin, New York, 2001
2. J.Błażewicz, W.Cellary, R.Słowski, J.Węglarz, Badania operacyjne dla informatyków, WNT, W-wa, 1983
3. L.Banachowski, A.Kreczmar, Elementy analizy algorytmów, WNT, W-wa, 1989;
4. A.V.Aho, J.E.Hopcroft, J.D.Ullman, Projektowanie i analiza algorytmów komputerowych, PWN, W-wa, 1983
5. K.Manuszewski, Grafy Algorytmicznie trudne do kolorowania, praca doktorska, WETI, Gdańsk, 1997

6. M.Drozdowski, D.Kowalski, J.Mizgajski, D.Mokwa, G.Pawlak, Mind the gap: a heuristic study of subway tours, Journal of Heuristics vol.20, Issue 5, October 2014, pp 561-587, DOI 10.1007/s10732-014-9252-3
7. J.Marszałkowski, D.Mokwa, M.Drozdowski, Ł.Rusiecki, H.Narożny, Fast algorithms for online construction of web tag clouds, Engineering Applications of Artificial Intelligence, vol. 64 (2017) pp. 378-390 DOI: 10.1016/j.engappai.2017.06.023

#### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

|                                                                                                                                                      | Godzin | ECTS |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|
| Łączny nakład pracy                                                                                                                                  | 125    | 5,00 |
| Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem                                                                                            | 62     | 2,50 |
| Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu) | 63     | 2,50 |